

ANALISA PENGARUH SUDUT ELEVASI PANEL SURYA TERHADAP KELUARAN DAYA YANG DIHASILKAN

Eva Hertnacahyani Herraprastanti^{1*}, Putra Bagus Damarjati Sufajar²

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu Kab. Blora
e-mail:¹ev.hertna@gmail.com,²damarjatiputrabagus@gmail.com

ABSTRACT

The sun is a clean and environmentally friendly energy source, this energy is very suitable for use in tropical countries such as Indonesia. Currently, human dependence on energy is causing an energy crisis in the world. Therefore, there is a need to develop renewable energy such as the application of solar panels that are sourced from solar energy. converted into electrical energy. The problem that arises is how the elevation angle of the solar panel affects the power produced with the aim of knowing the effect of the correct elevation angle to obtain the highest power output produced by the solar panel. The methods used are literature study, preparation of tools and materials, assembly of tools, installation, data collection. The test carried out was an elevation angle experiment with variations in angles of 0°, 15°, 30°. From the results of the research that has been carried out, it is known that 0°, is highest at 12.00, which is 260.92 watts and the lowest is at 16.00, which is 133.74 watts. At an angle of 15°, the highest is at 11.00, namely 266.69 watts and the lowest is at 16.00, namely 127.90 watts. At an angle of 30°, the highest is at 12.00, namely 291.70 watts and the lowest is at 16.00, namely 129,368 watts. The highest average power produced by solar panels is at an angle of 30°, amounting to 214.70 watts, this happens because the greater the intensity of sunlight, the greater the power produced by solar panels.

Keywords: Elevation Angle, Sun, Solar Panels, Solar Panel Power

INTISARI

Matahari merupakan sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan, energi ini sangat cocok digunakan pada negara tropis seperti di Indonesia saat ini ketergantungan manusia terhadap energi menyebabkan terjadinya krisis energi di dunia, Oleh sebab itu perlunya pengembangan energi terbarukan seperti penerapan panel surya yang bersumber dari energi matahari kemudian dikonversi menjadi energi listrik. Permasalahan yang timbul bagaimana pengaruh sudut elevasi panel surya terhadap daya yang dihasilkan dengan tujuan Mengetahui pengaruh sudut elevasi yang tepat untuk mendapatkan keluaran daya tertinggi yang dihasilkan panel surya, metode yang digunakan yaitu studi literatur, persiapan alat dan bahan, perakitan alat, pemasangan dan pengambilan data. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan eksperimen sudut elevasi dengan variasi sudut 0°, 15°, 30° ,dari hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa 0°, tertinggi pada pukul 12.00, yaitu sebesar 260.92 watt dan terendah pada pukul 16.00 yaitu sebesar 133.74 watt. Pada sudut 15°, tertinggi pada pukul 11.00, yaitu sebesar 266.69 watt dan terendah pada pukul 16.00 yaitu sebesar 127.90 watt. Pada sudut 30°, tertinggi pada pukul 12.00, yaitu sebesar 291.70 watt dan terendah pada pukul 16.00 yaitu sebesar 129.368 watt. Rata-rata daya tertinggi yang dihasilkan panel surya yaitu pada sudut 30°, sebesar 214,70 watt, hal ini terjadi karena semakin besar intensitas cahaya matahari maka semakin besar pula daya yang dihasilkan panel surya.

Kata kunci: Daya, Panel Surya, Matahari, Sudut Elevasi,

1. PENDAHULUAN

Matahari merupakan sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan, sehingga sangat sesuai dimanfaatkan di negara tropis seperti Indonesia. Dengan letak geografis yang berada di sekitar garis khatulistiwa Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar, Setiap hari energi yang dapat dihasilkan di Indonesia mencapai 4,8 hingga 6,0 kWh/m² (Anoi et al., 2020).

Energi ini dapat dimanfaatkan secara langsung maupun secara tidak langsung, saat ini ketergantungan manusia terhadap energi menyebabkan terjadinya krisis energi di dunia, Oleh sebab itu perlunya pengembangan energi terbarukan seperti penerapan panel surya yang bersumber dari energi matahari kemudian dikonversi menjadi energi listrik.

Untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam berbagai aspek pertumbuhan teknologi yang pesat membutuhkan jumlah energi yang sangat besar, Banyak energi fosil yang terbatas digunakan untuk menghasilkan energi listrik di Indonesia. Indonesia memiliki banyak potensi energi terbarukan, Pemanfaatan energi listrik yang berasal dari matahari dapat dilakukan menggunakan efek *photovoltaic*, efek photovoltaic ini digunakan dalam sebuah panel surya yang terdiri dari susunan *semiconductor* untuk menghasilkan energi listrik. Namun sayangnya panel surya yang digunakan masih memiliki daya yang kecil dibandingkan dengan biaya pembelian yang relatif mahal, jika panel surya tersebut menggunakan sudut pemasangan yang konstan (tetap) (Anoi et al., 2020).

Panel surya adalah susunan dari beberapa sel photovoltaic yang fungsinya mengubah gelombang elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik. Gelombang elektromagnetik yang mengenai sel photovoltaic dari bahan semikonduktor tipe-n dan tipe-p akan menghasilkan elektron, sehingga terbentuk arus listrik (Rosalina, 2020).

Penelitian ini dilakukan di wisata bukit kunci, Jiken, Blora, Jawa Tengah, menurut kondisi geografis kabupaten Blora, daerah Jiken berada di ketinggian lebih dari 100 Meter diatas permukaan air laut, dan letak astronomis Kabupaten Blora berada diantara 111°016' s/d 7°338' Bujur Timur dan di antara 6°528' s/d 7°248 Lintang Selatan, Jadi daerah tersebut cocok untuk penelitian dengan judul pengaruh sudut elevasi panel surya terhadap keluaran daya yang dihasilkan. Dalam penggunaan panel surya memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik, yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam alat elektronik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sudut elevasi yang tepat untuk mendapatkan keluaran daya tertinggi yang dihasilkan panel surya.

1.1. Radiasi dan Intensitas Cahaya Matahari

Menurut (Rosalina, 2020), jumlah energi yang diterima oleh suatu permukaan persatuan luas dan persatuan waktu, intensitas cahaya matahari dapat diukur dengan lumen/watt dan lux. Banyaknya gelombang elektromagnetik yang dipancarkan dari matahari ke bumi dapat dinyatakan dalam luas permukaan yang dikenai sinar matahari persatuan waktu Watt/meter². Rata- rata nilai dari radiasi matahari yang mengenai atmosfer bumi adalah sebesar 1.353 W/m². Besarnya intensitas surya ini dipengaruhi oleh besaran waktu siklus perputaran bumi, dan juga dipengaruhi oleh cuaca di daerah tersebut. Radiasi dari matahari yang mengenai panel surya dapat dikelompokkan kedalam tiga bentuk radiasi yaitu Menyebarkan (*Diffuse Radiation*), Langsung (*Beam Radiation*), Radiasi akibat dari pantulan tanah sekitar daerah panel surya (*Reflection radiation ground*). Rata-rata radiasi matahari pada satu daerah dihitung berdasarkan rumus:

$$I = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana ;

I = Intensitas radiasi surya rata-rata yang diterima selama 1 jam (W/m²)

P = Daya listrik yang dihasilkan (Watt)

A = Luas Area permukaan panel (m²)

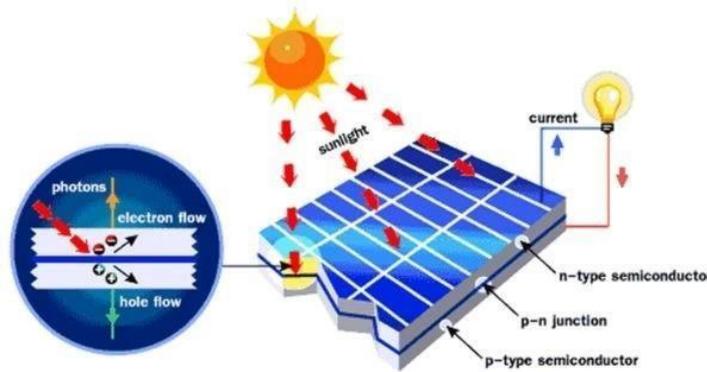
1.2. Sudut Elevasi

Sudut elevasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 adalah ketinggian suatu tempat terhadap daerah sekitarnya (diatas permukaan laut). Sudut 0° pada saat matahari terbit dan 90° saat matahari berada tepat di atas kepala. Sudut elevasi ini berperan dalam meningkatkan efisiensi konversi energi karena menentukan jumlah sinar matahari yang diterima oleh permukaan panel. Sudut ini biasanya disesuaikan berdasarkan lokasi geografis dan musim, sehingga panel dapat menangkap sinar matahari dengan intensitas maksimum sepanjang hari.



Gambar 1. Sudut Elevasi

Menurut (Sulanjari et al., 2023) Panel surya merupakan alat yang digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Prinsip kerja dari panel surya seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2 yaitu dengan menangkap radiasi matahari dan diubah menjadi arus listrik DC dengan menggunakan kristal silikon (Si) yang tipis.



Gambar 2. Prinsip Kerja Panel Surya

Sel-sel silikon tersebut dipasang dengan posisi seri pada panel yang terbuat dari aluminium dan dilindungi oleh kaca atau plastik. Ketika sel surya menyerap cahaya, maka akan terjadi pergerakan antara elektron yang bermuatan positif dan negatif, adanya pergerakan ini menciptakan arus listrik. Panel surya biasanya menghasilkan tegangan 0,5–1 volt tergantung pada intensitas cahaya dan jenis panel surya yang digunakan. Pada penelitian ini, panel surya yang digunakan adalah jenis monocrystalline 100 wp.

1.3. Panel Surya

Panel surya dalam penelitian ini adalah jenis *monocrystalline*, dimana memiliki rasio kinerja (PR) sebesar 0,63 (Asrori & Yudianto, 2019), dengan efisiensi sebesar 15% (Hidayat et al., 2022). Namun kekurangan dari panel jenis ini adalah panel tidak akan berfungsi dengan baik pada intensitas cahaya rendah, efisiensinya akan turun drastis pada cuaca berawan (Rif'an et al., 2012). Daya keluaran akan semakin besar apabila daya input yang masuk semakin besar, sehingga ideal untuk aplikasi pengisian daya baterai. Dalam kondisi pencahayaan yang cukup, panel surya *monocrystalline* mampu menghasilkan daya yang lebih tinggi, juga memiliki umur pemakaian yang panjang dan daya tahan yang baik terhadap kondisi lingkungan. Panel surya ini mampu bertahan dalam cuaca yang ekstrem, seperti suhu panas, hujan, dan salju. Konstruksi yang tinggi membuatnya lebih tahan terhadap kerusakan dan pengoprasian yang stabil dalam jangka waktu yang lama. Adapun rumus yang digunakan untuk mencari besaran daya listrik pada panel surya adalah:

$$P_{sel} = V_{sel} \times I_{sel} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- P_{sel} = Daya Panel Surya (W)
- V_{sel} = Tegangan sel surya (V)
- I_{sel} = Arus sel surya (A)

1.4. Solar Charge Controller (SCC)

Menurut (Junaldy et al., 2019), *Solar Charge Controller* (SCC) adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan digunakan dari baterai ke beban. SCC mengatur *over charging* (kelebihan pengisian) dan mengatur kelebihan tegangan dari panel surya, Kelebihan tegangan dan pengisian dapat mengurangi umur baterai (Suyanto et al., 2022).

Beberapa fungsi detail dari *solar charge controller* adalah sebagai berikut:

1. Mengukur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari pengisian berlebihan, dan menghindari kelebihan tegangan dari panel surya.

2. Mengatur arus yang dibebaskan atau di ambil dari baterai agar baterai tidak mengalami kelebihan pengisian dan kelebihan beban.
3. Memantau arus dan tegangan yang masuk ke baterai.
Tampilan SCC seperti ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Solar Charge Controller (SCC)

1.5. Baterai

Baterai merupakan komponen pembangkit listrik tenaga surya yang digunakan sebagai tempat penyimpanan arus listrik yang dihasilkan dari panel surya. Selain itu baterai juga digunakan sebagai sumber energi listrik untuk peralatan elektronik. Prinsip kerja baterai yaitu dengan mengubah energi kimia menjadi energi listrik, kandungan kimia yang dihasilkan melalui proses reaksi elektrokimia dan reaksi oksidasi. Tampilan baterai seperti ditunjukkan pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Baterai

2. METODE PENELITIAN

Dalam metode penelitian ini ada 8 langkah penelitian, pada langkah pertama yang dilakukan adalah studi literatur dimana penulis mencari informasi tentang semua hal yang berkaitan dengan penelitian ini, langkah kedua yaitu tahap persiapan alat yang akan digunakan untuk penelitian, langkah ketiga yaitu proses pemasangan semua alat yang akan digunakan untuk penelitian ini, langkah keempat yaitu pengukuran intensitas cahaya matahari untuk mengetahui berapa intensitas matahari di wisata bukit kunci, langkah kelima pada proses penelitian ini adalah eksperimen pengukuran sudut elevasi panel surya dimana pengambilan data ini sesuai dengan daya keluaran yang dihasilkan panel surya berdasarkan eksperimen sudut elevasi, 0° , 15° , dan 30° . Selanjutnya, langkah keenam yaitu pengukuran intensitas radiasi matahari untuk mengetahui berapa intensitas radiasi matahari yang mengenai panel surya, kemudian langkah yang ketujuh yaitu analisis data yang dilakukan setelah pengambilan data, tahap ini bertujuan untuk mencari sudut yang menghasilkan daya maksimal yang diterima panel surya serta membahas data yang telah dianalisis berupa tabel dan grafik, Jika hasil analisis data sesuai yang diharapkan dan tujuan penelitian ini tercapai maka proses analisis data dianggap selesai. Selanjutnya langkah kedelapan yaitu kesimpulan, tahapan yang dilakukan yaitu menyimpulkan hasil dari analisis data yang telah dilakukan.

2.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Penelitian dimulai dengan tahap awal, yaitu studi literatur untuk memahami teori dan konsep yang relevan, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan panel surya. Setelah itu, dilakukan persiapan alat dan bahan yang melibatkan peralatan seperti panel surya, alat ukur, dan perangkat pendukung lainnya. Tahapan berikutnya adalah pemasangan alat penelitian di lokasi yang telah

ditentukan, diikuti dengan pengukuran intensitas cahaya matahari sebagai salah satu variabel penting dalam eksperimen ini.

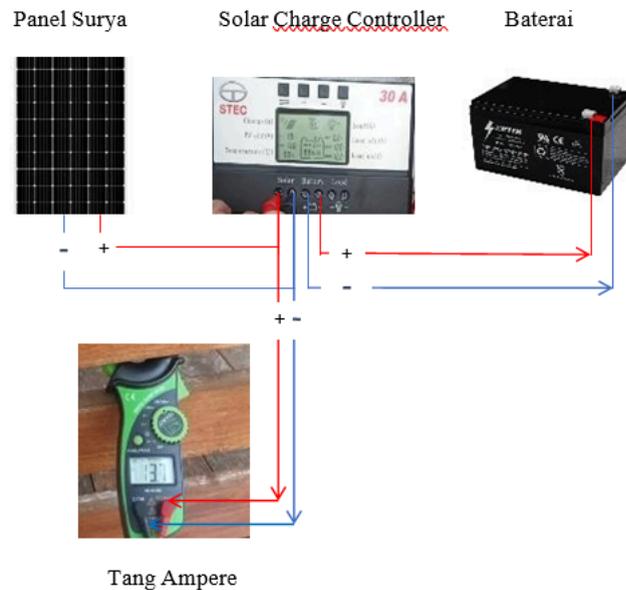
Selanjutnya, dilakukan pengukuran daya panel surya dengan berbagai sudut elevasi. Pengukuran dilakukan pada tiga sudut berbeda, yaitu sudut 0° (posisi datar), 15° , dan 30° . Selain itu, intensitas radiasi matahari yang diterima pada setiap sudut elevasi juga diukur untuk melengkapi data. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk mengevaluasi pengaruh variasi sudut elevasi terhadap daya keluaran panel surya. Berdasarkan hasil analisis, ditarik kesimpulan mengenai sudut optimal panel surya dalam menangkap radiasi matahari, sebelum akhirnya penelitian ini diakhiri. Penelitian ini menggambarkan pendekatan sistematis untuk menentukan efisiensi kinerja panel surya dengan memanfaatkan variasi sudut elevasi.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

2.2. Skema Rangkaian Panel Surya

Alat-alat yang terdapat pada skema rangkaian panel surya yaitu panel surya, solar charge controller (SCC), baterai. Sinar matahari yang mengenai panel surya mengubah energi panas menjadi energi Listrik, energi listrik yang dihasilkan panel surya berupa arus Listrik DC (arus searah), kemudian arus Listrik menuju solar charge controller untuk mengatur pengisian arus listrik ke baterai. Skema rangkaian panel surya ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Skema Rangkaian Panel Surya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran meliputi pengukuran intensitas cahaya matahari, pengukuran daya panel surya, dan intensitas radiasi matahari. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari menggunakan alat ukur lux meter dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari

Waktu Pengukuran	Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari (Lux)			Rata -rata (Lux)
	Pengujian ke-1	Pengujian ke-2	Pengujian ke-3	
09.00	970	950	970	963,33
10.00	1071	1033	1080	1061,33
11.00	1077	1046	1087	1070
12.00	1080	1040	1083	1067,67
13.00	1058	1036	1056	1050
14.00	802	920	1014	912
15.00	733	730	881	781,33
16.00	470	420	731	540,33

Pengukuran pertama memiliki hasil pengukuran intensitas cahaya matahari tertinggi pada pukul 12.00, yaitu sebesar 1080 lux dan terendah pada pukul 16.00, sebesar 470 lux. Pengukuran kedua memiliki hasil pengukuran intensitas cahaya matahari tertinggi pada pukul 11.00, yaitu sebesar 1046 lux dan intensitas cahaya terendah pada pukul 16.00, yaitu sebesar 420 lux. Pengukuran ketiga memiliki hasil pengukuran intensitas cahaya matahari tertinggi pada pukul 11.00, yaitu sebesar 1087 lux dan intensitas cahaya terendah pada pukul 16.00, yaitu sebesar 731 lux. Pada tabel 1 terlihat bahwa hasil pengukuran rata-rata intensitas cahaya matahari tertinggi pada pukul 11.00, yaitu sebesar 1070 Lux dan terendah pada pukul 16.00, yaitu sebesar 540,33 Lux.

Pengukuran berikutnya adalah daya panel surya yang dirumuskan pada persamaan (2). Berikut merupakan pengukuran Daya Panel Surya yang disampaikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Daya Panel Surya

Waktu Pengujian	Kondisi cuaca	Pengujian Sudut 0°			Pengujian Sudut 15°			Pengujian Sudut 30°			
		V _{sel} (Volt)	I _{sel} (Ampere)	Daya (Watt)	V _{sel} (Volt)	I _{sel} (Ampere)	Daya (Watt)	V _{sel} (Volt)	I _{sel} (Ampere)	Daya (Watt)	
09.00	Cerah	15,36	14,2	218,11	17,02	14,2	241,68	17,05	14,6	248,93	
10.00	Cerah	15,68	14,5	227,36	17,9	14,4	257,76	17,12	14,9	255,08	
11.00	Cerah	16,66	14,8	246,56	18,02	14,8	266,69	18,58	15,7	291,70	
12.00	Cerah	17,63	14,8	260,92	17,63	14,6	257,39	17,71	14,8	262,10	
13.00	Cerah	13,37	13,6	181,83	14,04	11,5	161,46	16,84	14,2	239,12	
14.00	Cerah	13,31	10,8	143,74	13,57	11	149,27	13,82	11,3	156,16	
15.00	Cerah	13,04	10,6	138,22	12,95	10,5	135,97	12,87	10,5	135,13	
16.00	Cerah	12,86	10,4	133,74	12,54	10,2	127,90	12,56	10,3	129,36	
Rata-rata					193,81			199,76			214,70

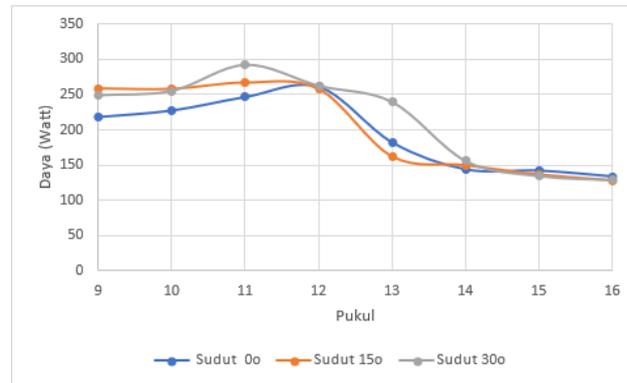
Pada tabel 2 terlihat bahwa hasil pengukuran daya panel surya pada sudut 0°, tertinggi pada pukul 12.00, yaitu sebesar 260.92 watt dan terendah pada pukul 16.00 yaitu sebesar 133.74 watt. Pada sudut 15°, tertinggi pada pukul 11.00, yaitu sebesar 266.69 watt dan terendah pada pukul 16.00 yaitu sebesar 127.90 watt. Pada sudut 30°, tertinggi pada pukul 12.00, yaitu sebesar 291.70 watt dan terendah pada pukul 16.00 yaitu sebesar 129.368 watt. Sehingga hasil pengukuran rata-rata daya tertinggi pada sudut elevasi 30°, sebesar 214.70 watt dan terendah pada sudut 0°, sebesar 193.81 watt.

Selanjutnya adalah perhitungan intensitas radiasi matahari yang dihitung menggunakan rumus (1), dengan luasan panel surya yaitu 516,8 mm² dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Intensitas Radiasi Matahari

Waktu Pengujian	Intensitas Radiasi Matahari (Watt/m ²)		
	Pengujian Pertama Sudut 0°	Pengujian Kedua Sudut 15°	Pengujian Ketiga Sudut 30°
Jam 09.00	0,422	0,500	0,481
Jam 10.00	0,439	0,498	0,493
Jam 11.00	0,477	0,516	0,564
Jam 12.00	0,504	0,498	0,507
Jam 13.00	0,351	0,312	0,462
Jam 14.00	0,278	0,288	0,302
Jam 15.00	0,274	0,263	0,261
Jam 16.00	0,258	0,247	0,250
Rata-rata	0,375	0,389	0,415

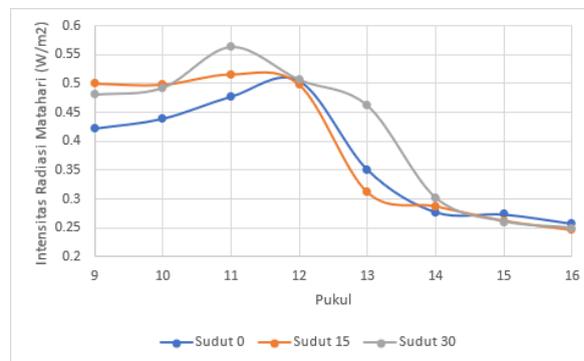
Pada tabel 3 terlihat bahwa hasil pengukuran intensitas radiasi matahari pada sudut 0°, tertinggi pada pukul 12.00, yaitu sebesar 0,504 W/m² dan terendah pada pukul 16.00, yaitu sebesar 0,258 W/m². Pada sudut 15°, tertinggi pada pukul 11.00, yaitu sebesar 0,516 W/m² dan terendah pada pukul 16.00 yaitu sebesar 0,247 W/m². Pada sudut 30°, tertinggi pada pukul 11.00, yaitu sebesar 0,564 W/m² dan terendah pada pukul 16.00 yaitu sebesar 0,250 W/m². Pada tabel 3 terlihat bahwa hasil pengukuran rata-rata intensitas radiasi matahari tertinggi pada sudut 30°, yaitu sebesar 0,415 W/m² dan terendah pada sudut 0°, yaitu sebesar 0,375 W/m². Adapun pengaruh sudut elevasi terhadap daya yang dihasilkan selanjutnya dibuat grafik yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Pengaruh Sudut Elevasi Terhadap Daya Yang Dihasilkan

Pada gambar 7 terlihat bahwa daya paling tinggi di sudut elevasi 30°, pada pukul 11.00, sebesar 291.70 watt dan terendah pada pukul 16.00 yaitu sebesar 129.368 watt. Jadi semakin tinggi sudut panel surya, maka daya yang dihasilkan semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin tinggi sudut elevasi, maka cahaya yang menyinari panel surya semakin banyak, sehingga daya yang dihasilkan oleh panel surya semakin besar.

Berbeda dengan penelitian (Pandria et al., 2021) yang berjudul Penentuan Sudut Kemiringan Optimum Berdasarkan Energi Keluaran Panel Surya, dimana pada kemiringan permukaan dengan sudut 5° dengan orientasi menghadap Selatan, total energi keluaran yang dihasilkan berdasarkan simulasi PVsyst sebesar 2628,7 kWh/tahun, dengan performance ratio 0,676 poin. Perbedaan ini bisa disebabkan karena waktu pengambilan data berbeda dan juga letak geografis masing-masing daerah berbeda. Sedangkan pengaruh sudut elevasi terhadap intensitas radiasi matahari dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Pengaruh Sudut Elevasi Terhadap Intensitas Radiasi Matahari

Pada gambar 8 terlihat bahwa intensitas radiasi matahari paling tinggi di sudut 30°, pada pukul 11.00, sebesar 0,564 W/m² dan terendah pada pukul 16.00 yaitu sebesar 0.250 W/m². Jadi sudut elevasi sangat berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan panel surya dan intensitas radiasi matahari. Hal ini dikarenakan semakin tinggi sudut elevasi, maka cahaya yang menyinari luasan panel surya semakin besar, sehingga daya yang bisa dikonversi oleh panel surya semakin besar. Hal ini juga diungkapkan oleh (Tira et al., 2018) bahwa sudut elevasi, sudut panel surya dan intensitas radiasi berpengaruh terhadap daya keluaran yaitu tegangan dan arus pada panel surya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dengan judul “Analisis pengaruh sudut elevasi terhadap keluaran daya yang dihasilkan panel surya” dengan variasi sudut elevasi 0°, 15°, dan 30°, dapat disimpulkan bahwa: Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa, Rata-rata daya tertinggi yang dihasilkan panel surya yaitu pada sudut 30o, sebesar 214,70 watt, hal ini terjadi dikarenakan semakin besar intensitas cahaya matahari semakin besar daya yang dihasilkan panel surya juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca,

penentuan sudut elevasi pada panel surya dan pemasangan panel surya dengan penentuan arah matahari terbit dan tenggelam di bulan Agustus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus kami sampaikan kepada STT Ronggolawe sebagai lembaga yang telah memberikan dukungan dana penelitian, sehingga seluruh tahapan penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Dukungan yang diberikan tidak hanya berupa pendanaan, tetapi juga motivasi dan fasilitas yang sangat membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anoi, Y. H., Yani, A., & W, Y. (2020). Analisis sudut panel solar cell terhadap daya output dan efisiensi yang dihasilkan. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(2), 0–5. <https://doi.org/10.24127/trb.v8i2.1051>
- Asrori, A., & Yudianto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal. *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 68. <https://doi.org/10.36055/fwl.v1i1.7134>
- Hidayat, T., Romadhon, B., Nurcahyo, E., & Muljanto, W. P. (2022). Comparative Analysis of the Performance of Monocrystalline, Polycrystalline, and Monocrystalline Solar Cells Coated with Graphene. *International Journal of Scientific Engineering and Science*, 6(2), 78–82. <http://ijses.com/>
- Junaldy, M., Sompie, S. R. U. A., & Patras, S. (2019). Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 8(1), 9–14.
- Pandria, T. M. A., Muzakir, M., Mawardi, E., Samsuddin, S., Munawir, M., & Mukhlizar, M. (2021). Penentuan Sudut Kemiringan Optimum Berdasarkan Energi Keluaran Panel Surya. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(1), 1655–1661. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i1.2665>
- Rif'an, M., HP, S., Shidiq, M., Yuwono, R., Suyono, H., & S, F. (2012). Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. *Jurnal EECCIS*, 6(1), 44–48.
- Rosalina, R. (2020). Desain Sudut Elevasi Panel Surya Untuk Penerangan Jalan. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 5(2502), 173–182. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v5i.363>
- Sulanjari, S., Setiyono, J., & Rosyahna, M. A. (2023). 0,30 0 . *Ensiklopedia of Journal*, 5(3), 247–253.
- Suyanto, M., Priyambodo, S., E.P, P., & Purnama Aji, A. (2022). Optimalisasi Pengisian Accu Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan Solar Charge Controller (MPPT). *Jurnal Teknologi*, 15(1), 22–29. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v15i1.3929>
- Tira, H. S., Natsir, A., & Iqbal, M. R. (2018). Pengaruh Sudut Surya terhadap Daya Keluaran Sel Surya 10 WP Tipe Polycrystalline. *Jurnal Teknik Mesin*, 07(2), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_Sistem_Pembetungan_Terpusat_Strategi_Melestari